

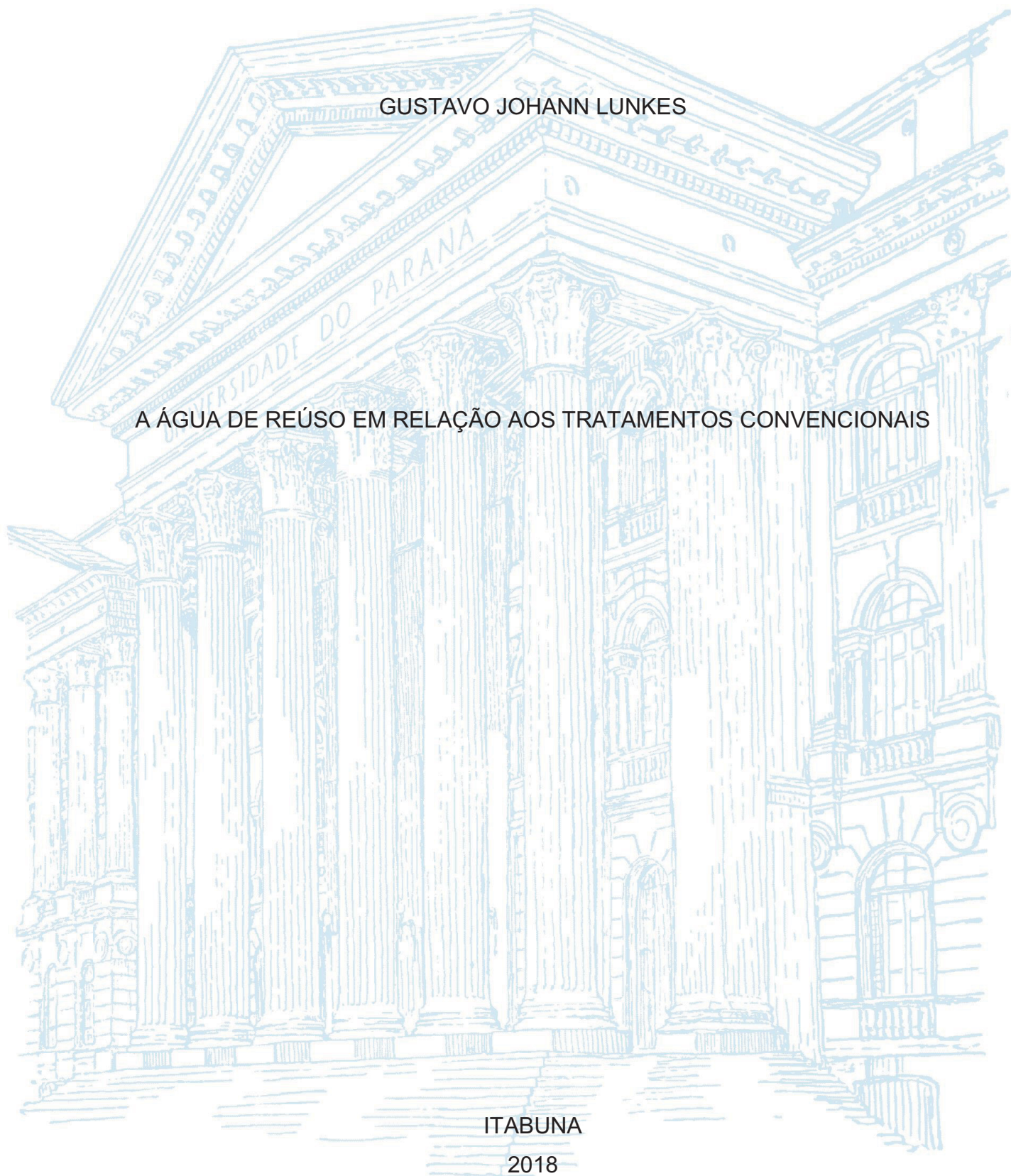
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO JOHANN LUNKES

A ÁGUA DE REÚSO EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS CONVENCIONAIS

ITABUNA

2018



GUSTAVO JOHANN LUNKES

## A ÁGUA DE REÚSO EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS CONVENCIONAIS

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação MBA em Negócios Ambientais, Setor de Ciências Agrárias (PECCA), Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Negócios Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

ITABUNA

2018

## A ficha catalográfica

## TERMO DE APROVAÇÃO

GUSTAVO JOHANN LUNKES

### A ÁGUA DE REÚSO EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS CONVENCIONAIS

TCC apresentada ao curso de Pós-Graduação em MBA em Negócios Ambientais, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Negócios Ambientais.

---

Prof. Dr. Alexandre França Tetto  
Orientador Departamento de Ciências Florestais  
Universidade Federal do Paraná

---

Prof(a). Dr(a)./Msc. \_\_\_\_\_  
Departamento \_\_\_\_\_, INSTITUIÇÃO

---

Prof(a). Dr(a)./Msc. \_\_\_\_\_  
Departamento \_\_\_\_\_, INSTITUIÇÃO

Cidade, \_\_ de \_\_\_\_\_ de 201\_\_.

À minha parceira Fernanda.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha parceira Fernanda por sempre estar ao meu lado apoiando e incentivando com muita alegria e disposição.

A todos os colegas e professores do curso.

### O devorador e o devorado

O polvo tem os olhos do pescador que o atravessa. É de terra o homem que será comido pela terra que lhe dá de comer. O filho come a mãe e a terra come o céu cada vez que recebe a chuva de seus peitos. A flor se fecha, gluttona, sobre o bico do pássaro faminto de seus méis. Não há esperado que não seja esperador nem amante que não seja boca e bocado, devorador devorado: os amantes se comem entre si de ponta a ponta, todos todinhos, todo-poderosos, todo-possuídos, sem que fique sobrando a ponta de uma orelha ou um dedo do pé.

(EDUARDO GALEANO, 2016, p. 97)

## RESUMO

O presente trabalho objetivou discutir a relevância das novas tecnologias para tratamento de água e o seu reúso. Para tanto, adotou-se a pesquisa de literatura como procedimento metodológico: leitura de textos acadêmicos e artigos divulgados na mídia referentes aos temas, novas tecnologias de tratamento e utilização da água de reúso. O trabalho inicia com a apresentação sobre as questões sanitárias no país, centrando-se sobretudo em como a população é atendida. Na sequência, traz um levantamento dos contaminantes presentes na água e, posteriormente, na abordagem feita pelo tratamento convencional para abastecimento residencial, assim como possíveis soluções a partir das novas tecnologias e no uso direto da água de reúso. Por fim, apresenta uma função dos educadores ambientais dos comitês de bacia. O resultado alcançado indica que a água dos rios e mananciais tem contaminantes que os tratamentos convencionais não eliminam. É essencial que sejam utilizadas tecnologias que garantam a segurança da pureza da água. Só assim a água de reúso terá total segurança, garantindo sua pureza e quantidade necessárias para abastecer a população. Pode-se concluir que os problemas da água - quantidade e qualidade – podem ser superados utilizando a água de reúso com a certificação de pureza.

Palavras-chave: Saneamento básico. Tratamentos de efluentes. Contaminantes emergentes. Doenças causadas. Certificação de pureza.



## **ABSTRACT**

The present work is destined to new technologies for the treatment of reuse water.. For this, the bibliographical research as the methodological procedure: reading of academic texts and articles published in the media referring to new technologies for the treatment and use of reuse water. The work begins with the presentation about the sanitation ones in the country, focusing mainly on how the population is attended. Next, brings a survey contaminants present in the water, and the approach taken by conventional treatment for residential supply, as well as possible solutions from the new technologies and in the direct use of the water of reuse. Finally, it presents a role for environmental educators in the basin committee. The result achieved indicates is that water from rivers and groundwater have contaminants that the conventional treatment can not eliminate. It is fundamental that be utilize technologies which guarantee the safety purity water. Only then does the reuse water have total security, guaranteeing its purity and quantity necessary to supply the population. It is fundamental that be utilize technologies which guarantee the safety purity water.

**Keywords:** Basic sanitation. Effluent treatment. Emerging contaminants. Diseases caused. Certification of purity.

## FIGURAS

GRÁFICO 1 – PROCESSO DE PURIFICAÇÃO .....	29
---	----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESTRUTURAS INEFICIENTES.....	19
TABELA 2 – ALUMÍNIO É CONTAMINANTE .....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABAL	- Associação Brasileira do Alumínio
CIRRA	- Centro Internacional de Referência em Reúso de Água
ETAs	- Estações de Tratamento de Água
ETE	- Estações de Tratamento de Efluentes
IWMI	- Instituto Internacional de Gestão de Água
ODS 6	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OMS	- Organização Mundial de Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
ONUBR	- Organização das Nações Unidas no Brasil
POAs	- Processos Oxidativos Avançados
SINGREH	- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SUS	- Sistema Único de Saúde
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UFSC	- Universidade Federal de Santa Catarina
USP	- Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	18
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>19</b>
3.1 CONTAMINANTES .....	20
3.2 TRATAMENTOS INEFICIENTES E AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES.....	21
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	24
4.2 PRÍNCÍPIOS METODOLÓGICOS.....	24
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>25</b>
5.1 USO DIRETO DA ÁGUA DE REÚSO.....	25
5.2 TECNOLOGIAS E O REÚSO.....	28
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os benefícios naturais, como água, florestas, minerais, variedade de animais e outros estão distribuídos de modo assimétrico, causando excessos em alguns lugares e escassez em outros. Além das questões geográficas, existem variáveis sociais, pois o poder de decidir e intervir para transformar o ambiente, seja ele físico-natural ou construído, traz custos e benefícios desiguais. No caso da água potável, que tem sido poluída e contaminada de forma desenfreada e imatura, são inúmeros os casos de municípios que não têm encontrado solução em seu território e acabam coletando água de grandes distâncias. O mau uso de estratégias tem assolado as populações das regiões carentes de recursos hídricos ou com grande concentração populacional, que exigem uma demanda enorme de água tratada.

Segundo dados da Unesco (2017), a falta de saneamento adequado das águas residuais é um gerador de problemas de saúde e da redução da qualidade das águas.

Uma das maneiras encontradas em várias partes do globo foi a de reciclar a água, com métodos eficazes de tratamento, para retirada das impurezas, purificação e controle do ph, tornando essa água potável novamente.

Não é algo novo, o ciclo da água já faz esse processo, todavia sem ajuda de tecnologia humanas. O tratamento de água para abastecimento é a reciclagem por meio de tratamentos físico-químico-biológico.

Atribui-se a Heráclito a famosa frase “a mesma água nunca passa duas vezes por baixo da mesma ponte”. A epígrafe eleita para este trabalho, contudo, aponta justamente para o contrário: no texto de Eduardo Galeano, é a relação biunívoca entre os seres que está em questão. Tal citação se justifica porque o ponto de partida adotado traz como foco o reúso da água para consumo humano, ou seja, trata-se de um procedimento que denota a harmonia com o ambiente e não a continua destruição.

Essa água reciclada torna-se potável e é distribuída para as residências, outra forma de coletar a água para abastecimento além dos mananciais é utilizar efluentes domésticos, reciclar essa água, que se torna água de reúso e enviar para os mananciais ou para as residências.

O reúso da água a partir do tratamento dos efluentes é uma das maneiras de solucionar um dos maiores problemas urbanos: o impacto ambiental causado pela

falta de saneamento urbano e os tratamentos deficientes dos efluentes industriais. O trabalho se pautou, dessa forma, na questão da conscientização de reciclagem e no uso, pois está enraizado na sociedade que a água de reúso é esgoto e a maioria tem aversão ao uso da mesma.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Discutir a relevância das novas tecnologias para tratamento de água e o seu reúso.

#### **2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Identificar efluentes disponíveis para tratamento;
- b) Identificar tecnologias possíveis de serem utilizadas para purificação da água;
- c) Apresentar as vantagens da utilização das águas de reúso.



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Dados da publicação “Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro” (2014) apontam para um problema alarmante: a falta de saneamento básico no país. O Brasil ocupa a 112ª posição no *ranking* mundial no quesito: quantidades de residências que tem saneamento básico. Os dados levantados em 2016 indicam que 15 milhões de moradias não têm água encanada, portanto a água de abastecimento é de rio, açude ou de poços, que possivelmente estão contaminados. E não tendo aonde descartar seus dejetos, as soluções serão: o uso de fossas sépticas, valões públicos ou, em último caso, descarte a céu aberto. O estudo ainda aponta que 35 milhões de moradias não têm estrutura de coleta de esgoto.

O jornalista Otto Von Sothen (2017), no artigo “Vergonha Básica” expõem dados do Instituto TrataBrasil referentes ao saneamento básico no território brasileiro. São 120 milhões de pessoas no país que não têm coleta de esgoto em suas residências, ou seja, metade da população corre diariamente o risco de se contaminar com patógenos e doenças infectocontagiosas transmitidos pela água poluída. Os dados do saneamento, e os da água encanada, que é distribuída as residências dos brasileiros, são apresentados na tabela 1:

TABELA 1 - ESTRUTURAS INEFICIENTES

DADOS DE SANEAMENTO BÁSICO	RESIDÊNCIAS EM MILHÕES
Total de residências	69
Sem estrutura para coleta de efluente	35
Com estrutura de coleta de efluentes domésticos	34
Residências com efluentes efetivamente tratados	15
Residências sem água encanada	14
Residências com reúso direto de água potável	0

Fonte: Sothen (2017) e Trata Brasil (2018), elaborado pelo autor.

A falta de tratamento dos efluentes domiciliares e industriais geram poluição e contaminação. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) disponibilizados no portal da ONUBR (2017), o tratamento correto dos efluentes diminuiria os casos de doenças como infecções gastrointestinais, as diarreias, dores abdominais, febre e desidratação aguda. Doenças fáceis de serem controladas em

locais com águas saneadas, mas que podem levar à morte naqueles locais onde o tratamento dos efluentes é deficiente ou negligenciado.

### 3.1 CONTAMINANTES

A pesquisadora Sônia Corina Hess (2018), da UFSC, em suas pesquisas referentes ao tratamento de esgoto, apresenta dados e constatações que refletem a realidade dos tratamentos de efluentes e de abastecimento de água para as residências, os quais estão longe de serem eficazes.

Hess indica que a água apresenta diversos contaminantes e nas Estações de Tratamento de Água (ETAs), ficando livre apenas de microrganismos patogênicos. De acordo com a autora, é possível encontrar em amostras de testes contaminantes “como resíduos de medicamentos, hormônios sintéticos, metais pesados (chumbo, cádmio, alumínio e urânio) e compostos orgânicos nocivos à saúde (glifosato).” (HESS, 2018).

No caso do alumínio, o pesquisador Raphael Zepon Tarpani (2012), em sua dissertação,

Evidencia que o excesso de alumínio no organismo prejudica o transporte de ferro, bem como a atuação no organismo do trifosfato de adenosina (ATP), cuja função essencial é armazenar energia para as atividades vitais básicas das células. O excesso pode ainda provocar osteomalacia, encefalopatia por diálise, anemia microcítica, além de ser fator desencadeante de doenças como Alzheimer e de esclerose múltipla e depressão. (TARPANI, 2012, p. 22)

O alumínio é encontrado na água potável em grandes concentrações, pois o sulfato de alumínio é um produto usado durante o processo de tratamento de água. No site da Associação Brasileira do Alumínio (ABAL) (2017) está disponível um artigo que explica a utilização do alumínio e as suas devidas dosagens. Conforme o texto, esse metal é acrescentado ao tratamento de água “para reter os materiais particulados, coagulação/floculação, e sua posterior retirada com sistemas de aeração, filtração e outros.” (ABAL, 2017). A concentração máxima tolerada de alumínio na água é de 0,2 miligramas. Essa quantidade foi estabelecida pela OMS e é seguida no Brasil.

A Bioquímica Eliana Maria de Almeida (2014) relata em reportagem no Portal Diário Catarinense que o alumínio é um metal pesado, de efeito cumulativo, incorporado aos órgãos do corpo humano. Em coletas feitas em Florianópolis\SC, pelo laboratório QMC, credenciado pela Agesan, foi constatado o dobro de presença

de alumínio, em algumas até o triplo do permitido. Vale retomar que a legislação limita em 0,2 (mg/l). A tabela 2 indica com mais detalhes os dados levantados com a coleta:

TABELA 2 - ALUMÍNIO É CONTAMINANTE

OS RESULTADOS				
ELEMENTO	COQUEIROS	CENTRO	RIO TAVARES	
ALUMINIO	0,58	0,59	0,56	
CLORETO	8,7	7,9	18,9	
ALUMINIO	0,82	1,08	0,17	
COLIFORME TOTAL	Ausência	ausência	ausência	
ESCHIRICHIA COLI	Ausência	ausência	ausência	
FLUORETO	0,61	7,3	0,2	
NITRATO	0,18	0,19	4,42	
SULFATO	7,34	6,86	10,33	
	BARRA DA LAGOA	INGLESES	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
ALUMINIO	0,37	0,32	Inferior a 0,2	MG/l
CLORETO	18,3	15,3	Inferior a 250	MG/l
CORO	0,07	0,73	Entre 0,2 e 2	MG/l
COLIFORME TOTAL	Ausência	ausência	ausência	NM/100ml
ESCHIRICHIA COLI	Ausência	ausência	ausência	NMP/100ml
FLUORETO	0,37	0,76	Inferior a 1,5	MG/l
NITRATO	1,26	2,78	Inferior a 10	MG/l
SULFATO	5,14	6,46	Inferior a 250	MG/l

Fonte: Portal Diário Catarinense (2014).

Na tabela 2, constata-se que, em todas as coletas, o elemento alumínio está acima dos parâmetros permitidos.

### 3.2 TRATAMENTOS INEFICIENTES E AS POSSÍVEIS SOLUÇÕES

São vários os problemas oriundos de tratamentos ineficientes ou errôneos e que são ainda piores quando há falta de tratamento, pois a coleta de água se dará em rios ou grandes barragens que estão contaminadas com resíduos dos efluentes domésticos e industriais. Hespanhol (2015) constatou em muitas análises e pesquisas que “além dos poluentes tradicionais, os mananciais disponíveis para

abastecimento de água contém poluentes emergentes, tanto químicos como biológicos.”

O reúso das águas residuais obrigaria à adequação das estações de tratamento para melhoramento nos processos, além de evitar o contato com outros contaminantes presentes nos rios e barragens. Como bem frisou a professora Hess (2018), estações convencionais “adotam processos inócuos e obsoletos, que seguem protocolos defasados e parâmetros científicos superados”. O professor Ivanildo Hespanhol traz uma perspectiva otimista em relação às questões referentes ao tratamento de águas. O professor afirma:

Como contrapartida positiva a essa nova dimensão poluidora, despontam novos critérios de gestão e novas tecnologias de tratamento e de reúso de água que, quando adotados, poderão trazer nova dimensão a esse cenário crítico de abastecimento público, tanto em termos de disponibilidade quanto em termos de preservação da saúde pública de seus usuários. (HESPANHOL, 2015, p. 82).

No artigo da revista Dossiê, da USP (2015), “Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes”, Hespanhol (2015) relata que em análises feitas ao redor do mundo nas últimas décadas, é comprovada a ineficácia dos tratamentos tradicionais e convencionais para produzir uma água livre de contaminantes. Nessas amostras, retiradas em diferentes países (Alemanha, Itália, Estados Unidos, Reino Unido e no Brasil), os dados coletados comprovam que os sistemas convencionais não possuem eficácia em retirar a maioria dos produtos químicos emergentes, os resíduos de medicamentos, as nanopartículas, os parasitos oocitos (dadas suas diminutas dimensões e a sua resistência ao cloro).

Nesse mesmo artigo, o autor afirma que nos países em que se realizaram tais análises ficou comprovado que os sistemas básicos servem para compor as novas tecnologias de tratamento, as quais coadunam com as melhorias que devem ser feitas para se utilizar a água de reúso.

Para Hespanhol (2015), as novas tecnologias resolvem diferentes problemas que atualmente são negligenciados nos tratamentos convencionais:

- Remoção máxima de vírus, bactérias e protozoários por membranas.
- Remoção de material orgânico, não orgânico e organismos patogênicos por uso de filtro com carvão ativado com três mecanismos: biodegradação, adsorção de micropoluentes e filtração de sólidos suspensos.

- Remoção eficiente de produtos farmacêuticos, através de processos de ozonização e de processos oxidativos avançados (POAs).

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 ETAPAS METODOLÓGICAS**

As etapas metodológicas foram: levantamento de literatura, captação de dados referentes ao tratamento de efluentes domésticos no Brasil, caracterização dos sistemas de tratamento de água convencionais para abastecimento de água para a população, avaliação de segurança das águas tratadas no país, crítica fundamentada sobre tratamento convencional e sobre a utilização das águas de reúso, considerações finais.

### **4.2 PRÍNCÍPIOS METODOLÓGICOS**

Os princípios metodológicos tomados para esse trabalho foram os materiais acadêmicos e modelos já existentes com a finalidade de identificar o potencial de abastecimento da água de reúso potável, ressaltando a sua importância e perceber quais os riscos a saúde humana com a implementação desse processo.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 USO DIRETO DA ÁGUA DE REÚSO

A partir das constatações que os mananciais estão poluídos com os mais variados contaminantes e que os sistemas convencionais de tratamento são totalmente ineficazes para minimamente trazer segurança para a saúde da população, é necessário repensar as formas em que foi cristalizado o conhecimento do que é água pura e potável.

O abastecimento das cidades para dessedentação da população é a prioridade e essa água potável deve chegar às torneiras das casas com o certificado de total descontaminação e livre de quaisquer contaminantes. A partir dessas premissas pode-se estabelecer que sejam necessários critérios para delimitar quais mananciais podem servir ao abastecimento, descartando aqueles com possibilidade de contaminações descontroladas ou que estão poluídos em excesso, o que acarreta complicações no tratamento. Esse critério eliminaria a maioria e é nesse ponto que a água de reúso entra em pauta, pois é fácil de controlar os seus contaminantes, pois há uma grande probabilidade de sempre serem os mesmos poluentes, possibilitando um acerto nos processos de tratamento sem muitas flutuações nos parâmetros.

O professor Cícero Onofre de Andrade Neto (2011), com experiência em vários projetos voltados ao reúso de água, direto e indireto em plantações no meio rural nordestino, em artigo para a revista *Infraestrutura Urbana* comenta sobre as questões pertinentes sobre o reúso das águas de efluentes domésticos.

O reúso controlado de águas reduz a necessidade de captação de águas primárias em mananciais, que são assim preservados para usos mais restritivos, e, devido à menor geração de efluentes finais, evita a poluição ambiental, que é a principal causa crescente escassez de água, pela degradação da qualidade. Se não bastassem as justificativas econômicas e sociais, o reúso da água em muitos casos também é viável financeiramente, pois os custos associados ao manejo dos efluentes geralmente são elevados. (ANDRADE NETO, 2011).

Como exposto por Andrade Neto (2011), o manejo dos efluentes tem um custo muito alto, se for feito um tratamento para tornar essa água potável o ganho se dará em um menor custo em infraestrutura e ainda a reutilização de uma água que

já está coletada. O princípio que deve estar apregoado é que: todo o efluente deve ser tratado para não contaminar os mananciais.

Ao investir em um tratamento eficaz do efluente se garante que mesmo que a água tenha o destino nos rios e mananciais ela não estará poluindo e contaminando o ambiente. Segundo Marcondes (2017) a ONU estima que o volume anual de águas residuais produzidas é aproximadamente “seis vezes maior do que a contida em todos os rios do mundo”. Esse dado é primordial para referenciar o descarte das águas tratadas, um efluente tratado é água de reúso mesmo quando descartado em rios ou lagos, nesse caso é reúso indireto, se a água potável for direcionada para a ETA e, posteriormente ser distribuída para as residências, será reúso direto.

Portanto, existe água à disposição e todo o efluente deve ser tratado, logo a decisão deve ser tomada pensando em dispor de água para todos, como intercede a Assembleia Geral das Nações Unidas que proclamou a década 2018-2028 como a década internacional para Ação, Água para o Desenvolvimento Sustentável, que tem o foco na implementação do ODS 6 de “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos”.

Segundo Souza (2008), a água deve assegurar proteção a saúde pública e ao ambiente, dessa forma é necessário tratar todos os efluentes, garantindo que a água descartada não esteja contaminada.

No Brasil, a defasagem de infraestrutura e tecnologias eficazes para tratamento de efluentes e água para abastecimento causam muitas doenças crônicas, como já demonstrado. Com a população aumentando nos centros urbanos é necessário ter um planejamento que não seja a continuidade e os modos de tratamento convencionais. O diretor do Instituto Internacional de Gestão de Água (IWMI), Pay Drechsel em artigo do Portal Saneamento Básico (2017), tem um pensamento que corrobora com a solução dada pelo reúso, ele afirma que se aumenta a população, logo aumenta a quantidade de esgoto, portanto os efluentes domésticos são a única fonte hídrica que aumenta o volume à medida que a população e o consumo de água crescem.

A necessidade de abastecer as cidades com água livre de contaminantes e em abundância é primordial, mas nenhum país tem condições de garantir a quantidade de água. A afirmação de Pay Drechsel (2017) e os dados da ONU, sobre o volume de efluentes, garantem a quantidade de água, o próximo passo é a segurança.



O engenheiro Ricardo Franci Gonçalves (2015), em entrevista para o portal da engenharia, destaca os cuidados:

Como o Brasil não tem norma técnica para sistema de reúso de água e o código de obras não aborda o tema de maneira específica, tem muita gente projetando e implantando sistemas de modo inadequado”, afirma Franci. Segundo informações públicas da ABNT, a norma NBR 13969:1997 - ‘Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação’, faz parte de uma série de três normas referentes ao Sistema de Tratamento de Esgotos e complementa a primeira da série que é a NBR 7229:1993 – ‘Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos’. A terceira norma, em fase de elaboração, cujo título é ‘Tratamento e disposição final de sólidos do sistema de tanque séptico’, vai completar o assunto, abrangendo, desta forma, todos os aspectos de tratamento no sistema local de tratamento de esgotos. Ainda fica faltando uma norma específica para a instalação do sistema de reúso da água. (GONÇALVES, 2015).

Mesmo dando total atenção aos cuidados descritos pelo engenheiro, não é possível dar garantias da segurança da água consumida ou utilizada. Souza (2008) descreve em sua pesquisa que o Brasil possui legislação específica, como a resolução nº 54 de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que visa estabelecer modalidades, diretrizes, critérios e parâmetros para regulamentar e incentivar o uso da água de reúso indireto.

A pesquisadora, durante explanação das normativas, deixa bem claro que há muito para regulamentar e a legislação não dá garantias de segurança e é necessário mais controle, com sistemas preventivos caso ocorram desvios, como uma análise de perigos e pontos críticos de controle. Constituir uma gestão planejada para gerir os processos para produção de água potável e pura.

Os pesquisadores Brazão e Silva (2016) comentam em um artigo, apresentado durante o evento CONADIS, que tratando com eficácia os efluentes estará,

Minimizando os impactos causados pelo lançamento dos esgotos sem tratamento nos rios, reduzindo a pressão sobre os mananciais de abastecimento, aumentando a produtividade agrícola, reduzindo custos com a compra de água, preservando os aquíferos subterrâneos e garantindo a sustentabilidade, a exemplo do que acontece na natureza com o ciclo hidrológico. (BRAZÃO e SILVA, 2016).

Se a legislação está ineficiente é necessário garantir com a maior segurança tratamentos nas ETAs e nas ETES, tanto das águas de descarte direto em rios, quanto para as águas de reúso.

O professor Hespanhol dedicou a sua vida a aperfeiçoar técnicas de tratamento e de processos, em seu laboratório do CIRRA da USP, ele afirma que

As práticas usuais de recirculação de águas de lavagem de filtros sem tratamento prévio, e a distribuição intermitente de água tornam a água imprópria para consumo humano. Enquanto essas práticas não forem banidas, não se deve afirmar que os planos de segurança da qualidade de água sejam realmente efetivos. (HESPANHOL, 2015, p.9).

Analisando o plano de segurança da qualidade da água, sobre os anexos XX e XXI da Portaria de Consolidação 5/2017 do SUS, o pesquisador reforça suas convicções que no quesito produção de água potável o plano do SUS é cópia direta das diretrizes da OMS, que foram feitas para países desenvolvidos e que já usam tecnologias mais avançadas do que os tradicionais filtros e produtos químicos utilizados para tratamento de água no Brasil. O plano de segurança do SUS não tem a devida adaptação às condições sociais, técnicas e, principalmente, de saúde públicas brasileiras, por esses motivos o autor considera necessário implantar novos sistemas e processos que garantam a segurança no tratamento de água potável.

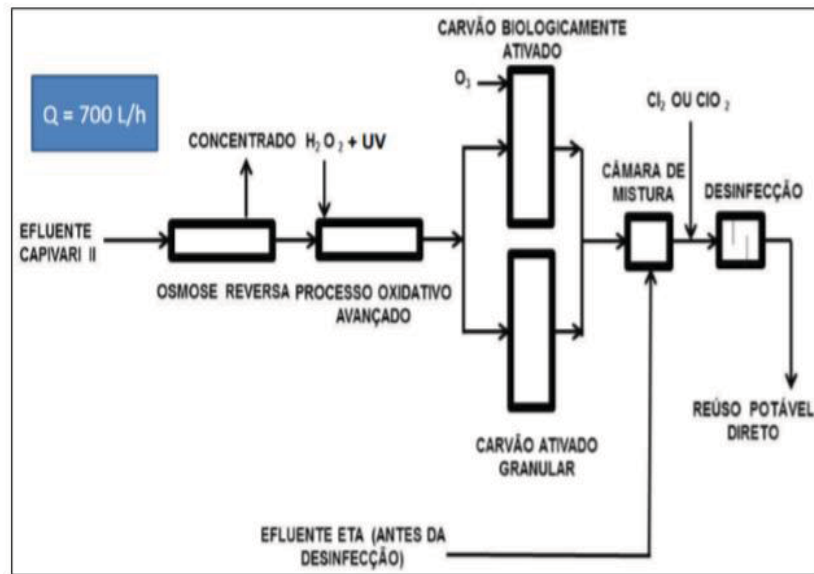
Esse aspecto fundamental leva à consideração de que o atendimento completo dos padrões de qualidade inseridos na Portaria 2914/2001 não garante a distribuição de água potável aos consumidores dos sistemas brasileiros de abastecimento. (HESPANHOL, 2015, p. 8).

O tratamento convencional da água não traz segurança, a legislação é falha como identifica o professor Hespanhol (2015), portanto a ação prática que o pesquisador determina é utilizar a melhor tecnologia disponível, tratar todos os efluentes e recuperar essa água para abastecer os mananciais e as residências.

## 5.2 TECNOLOGIAS E O REÚSO

O diretor do Centro Internacional de Referência em Reúso de Água (CIRRA), Ivanildo Hespanhol (2015), conseguiu progredir e alcançar a excelência necessária para garantir com certificação a água potável e pura. Os métodos para processar a água para produção de água pura potável são: o uso de membranas; carvão ativado; os POAs, e se necessário no caso da legislação brasileira atual, no que se refere ao reúso, a utilização de atenuadores ambientais. A figura 1 demonstra como são os processos de purificação de água no CIRRA.

FIGURA 1 - PROCESSO DE PURIFICAÇÃO



Fonte: CIRRA, 2015.

Fonte: Hespanhol (2015)

Por fim, a gestão dos recursos hídricos em vigor desde 1997 - Lei 9.433\1997, também conhecida como lei das águas - institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). Segundo Ivanildo Hespanhol (2018), a lei teve inspiração no modelo de gestão francês e é considerada moderna e inovadora por assegurar mecanismos de participação dos usuários de água e de representantes de segmentos da sociedade, os quais no caso do reúso deviam ser consultados e terem as informações necessárias sobre os tratamentos convencionais e as novas tecnologias, para poderem dar seguimento à conscientização popular do uso da água potável e pura. Como integrantes do Singreh, os comitês de bacia hidrográfica reúnem representantes do poder público, usuários e comunidades para buscar soluções conjuntas de melhoria da qualidade e quantidade da água e a aceitação popular do reúso da água.

Constata-se que os tratamentos convencionais para abastecimento de água já não garantem sua pureza. Os parâmetros exigidos para a potabilidade não são mais suficientes para garantir que o consumo do produto seja seguro. Demonstra-se, deste modo, a necessidade de novos indicadores para a pureza da água e o uso de novas tecnologias que garantam a eliminação de contaminantes emergentes,

resíduos de produtos farmacêuticos, metais pesados, oocitos, organoclorados e tantos outros contaminantes presentes na água.

A certificação da pureza da água deve ser o princípio de atuação para as melhorias da legislação e das estruturas para o abastecimento da água e do descarte dos efluentes 100% tratados; caso contrário, o que se tem é ocorrência de poluição e contaminação dos corpos de água.

A água de reúso é a garantia do volume necessário para abastecer as cidades, pois praticamente 80% da água consumida é devolvida para o sistema como efluentes. Se as águas dos rios e mananciais também estão poluídas e para utilizá-las é necessário o mesmo tratamento para purificação como o da água de reúso, é um desperdício, portanto, não utilizar essa água que já passa pelas estações de tratamento.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A utilização de novas tecnologias que assegurem a qualidade da água, livre de contaminantes, são notadamente necessárias para a conservação da água potável e garantia de abastecimento de água pura para a população.

A água de reúso distribuída para residências ou indiretamente reposta nos mananciais garantiria o volume de água necessário para não acontecer à escassez hídrica nas cidades.

Vale ressaltar a necessidade de tratar com segurança todos os efluentes eliminando, dentro das possibilidades tecnológicas, todos os contaminantes. Para a água que será destinada para abastecimento da população é necessário garantias de segurança e mais controle, com sistemas preventivos caso ocorram desvios, com uma análise de perigos e pontos críticos de controle. Constituir uma gestão planejada para gerir os processos para produção de água potável e pura.

## REFERÊNCIAS

**Água de Florianópolis tem níveis de alumínio acima do recomendado pelo ministério da saúde.** Portal Diário Catarinense. 2014. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/noticias/noticia/2014/01/agua-de-florianopolis-tem-niveis-de-aluminio-acima-do-recomendado-pelo-ministerio-da-saude-4388199.html>>. Acesso em: 17/08/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO-ABAL. **O alumínio na água potável.** Disponível em: <<http://abal.org.br/sustentabilidade/aluminio-e-saude/aluminio-na-aqua-potavel/>>. Acesso em: 22/08/2018.

BARROS, Rodrigo. **Conheça a história do saneamento básico e tratamento de água e esgoto.** Disponível em: < <https://www.eosconsultores.com.br/historia-saneamento-basico-e-tratamento-de-agua-e-esgoto/>>. Acesso em: 16/12/2018.

BRAZÃO, Abraão Johnny da Costa; SILVA, Renato Dantas Rocha da. Cenário do reúso de água no nordeste brasileiro: Estudos de casos e desafios. In: I congresso Internacional da Diversidade do semiárido, 1., 2016, Campina Grande. **Anais do...** Realize, 2016. Disponível em: <[http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO\\_EV064\\_MD1\\_SA5\\_ID2698\\_24102016230519.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD1_SA5_ID2698_24102016230519.pdf)>. Acesso em: 05/08/2018.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui A Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 22/08/2018.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL-CEBDS. **Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro.** 2014. Disponível em: <<http://cebds.org/noticias/estudo-destaca-beneficios-com-expansao-saneamento-brasil/#.W5KUq-gzrlU>>. Acesso em: 14/08/2018.

**Esgoto.** Instituto Trata Brasil. 2018. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>. Acesso em: 16/12/2018.

GALEANO, Eduardo. **O livro dos abraços.** Porto Alegre: L&PM, 2016, 272 p.

GONÇALVES, Ricardo Franci. **Reúso da água é inevitável.** Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/reuso-da-agua-e-inevitavel\\_6308\\_0\\_1](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/reuso-da-agua-e-inevitavel_6308_0_1)>. Acesso em: 13/07/2018.

HESS, Sonia Corina. **Metais pesados, hormônios e agrotóxicos estão na água que chega as torneiras.** Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/saude/2018/03/esgoto-hormonios-metais-pesados-e-agrotoxicos-estao-em-amstras-de-agua-que-chega-as-torneiras>>. Acesso em: 09/08/2018.

HESPANHOL, Ivanildo. **Considerações sobre a Portaria 2914/2011, sobre os Planos de Segurança da Qualidade da Água, sobre os anexos XX e XXI da Portaria de Consolidação 5/2017 do SUS, e sobre uma Proposta para Implementar um Novo Paradigma para Regulamentação com base em Variáveis em Sub Rogadas.** 2018. Disponível em: <<http://biton.uspnet.usp.br/cirra/wp-content/uploads/2018/06/%C3%81GUA-POT%C3%81VEL-rev-8.10.05.-2018-.pdf>>. Acesso em: 05/08/2018.

\_\_\_\_\_. Reúso potável direto e o desafio dos poluentes emergentes. **Revista USP**, São Paulo, nº 106, p. 79-94, 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/109120/107625>>. Acesso em: 11/06/2018.

MARCONDES, Dal. **O controverso uso de esgoto na irrigação.** 2017. Disponível em: <<http://envolverde.cartacapital.com.br/o-controverso-uso-de-esgoto-na-irrigacao/>>. Acesso em: 22/08/2018.

MELO, Daniel. **Professor defende o reúso de água para garantir sustentabilidade hídrica em SP.** 2014. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-10/professor-defende-reuso-de-agua-para-garantir-sustentabilidade-hidrica-de-sp>>. Acesso em: 08/07/2018.

NETO, Cícero Onofre Andrade. **O que vamos fazer com os esgotos tratados.** 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/9/o-que-vamos-fazer-com-os-esgotos-tratados-especialista-241105-1.aspx>>. Acesso em: 22/08/2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **17 Objetivos para transformar Nosso Mundo.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: 13/05/2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA-UNESCO. **Águas residuais: O recurso inexplorado.** WWDR, resumo executivo, 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL-ONUBR. **Poluição e falta de saneamento matam 1,7 milhão de crianças por ano, diz OMS.** 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/poluicao-e-falta-de-saneamento-matam-17-milhao-de-criancas-por-ano-diz-oms/>>. Acesso em: 16/08/2018.

**O controverso uso de esgoto na irrigação.** Portal Saneamento Básico. Disponível em: <<https://www.saneamentobasico.com.br/uso-de-esgoto-na-irrigacao/>>. Acesso em: 22/08/2018.

SOTHEN, Otto Von. **Vergonha Básica.** 2017. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/revista-veja/vergonha-basica/>>. Acesso em: 22/08/2018.

SOUZA, Andrea F. Sanches. **Diretrizes para implantação de sistemas de reúso de água em condomínios residenciais baseados no método APPCC – Análise**

**perigo e pontos críticos de controle: Estudo de caso residencial Valville I.** Dissertação (Mestrado em engenharia hidráulica e sanitária)- Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

TARPANI, Raphael Ricardo Zepon. **Remoção de alumínio monomérico de água para abastecimento através da ação da carboximetil celulose e da quitina.** Dissertação (Mestrado em engenharia ambiental)- Programa de pós Graduação Universidade de Santa Catarina. Florianópolis. 2012.